

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
21. Juli 2005 (21.07.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/066486 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F02M 51/06**,  
61/16

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/050092

(22) Internationales Anmeldedatum:  
11. Januar 2005 (11.01.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102004001679.8 12. Januar 2004 (12.01.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];  
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DICK, Jürgen**  
[DE/DE]; Schlehenweg 10, 93164 Laaber (DE). **LIXL,**  
**Heinz** [DE/DE]; Brunhuberstr. 12 A, 93053 Regensburg  
(DE). **SIMMET, Martin** [DE/DE]; Hebbberggring 44,  
93077 Bad Abbach (DE).

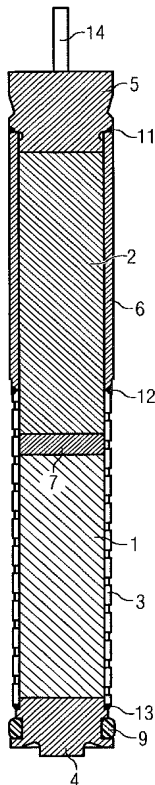
(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-**  
**SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München  
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PIEZO ACTUATOR COMPRISING MEANS FOR COMPENSATING THERMAL LENGTH MODIFICATIONS AND  
FUEL-INJECTION VALVE COMPRISING A PIEZO ACTUATOR

(54) Bezeichnung: PIEZOAKTOR MIT MITTELN ZUR KOMPENSATION DER THERMISCHEN LÄNGENÄNDERUNG  
UND KRAFTSTOFF-EINSPRITZVENTIL MIT PIEZOAKTOR



(57) Abstract: The invention relates to an actuator unit, in which the piezo actuator (1) is located inside a tubular spring (3) under pre-stress. To compensate the thermal length modifications of the piezo actuator (1) in relation to the actuator housing (4, 3, 6, 5), the compensation element is configured as an aluminium compensation cylinder (2) that is situated in an extension tube (6). The piezo actuator (1) and the compensation cylinder (2) are mounted in series and conjointly pre-stressed by means of the tubular spring (3) that is extended in relation to the actuator housing by the extension tube (6).

(57) Zusammenfassung: Zum Ausgleich der unterschiedlichen thermischen Längenänderung des Piezoaktors 1 gegenüber dem Aktorgehäuse 4, 3, 6, 5 wird für eine Aktoreinheit, bei der der Piezoaktor 1 unter Vorspannung innerhalb einer Rohrfeder 3 angeordnet ist, vorgeschlagen, das Ausgleichselement als innerhalb eines Verlängerungsrohres 6 angeordneten Aluminium-Ausgleichszylinder 2 auszubilden. Der Piezoaktor 1 und der Ausgleichszylinder 2 werden in Reihe montiert und gemeinsam mittels der durch das Verlängerungsrohr 6 zum Aktorgehäuse verlängerten Rohrfeder 3 vorgespannt.

WO 2005/066486 A1



MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

## Beschreibung

Piezoaktor mit Mitteln zur Kompensation der thermischen Längenänderung und Kraftstoff-Einspritzventil mit Piezoaktor

5

Die Erfindung betrifft einen Piezoaktor und ein Kraftstoff-Einspritzventil für eine Brennkraftmaschine mit einer fest mit einem Ventilgehäuse verbundenen Aktoreinheit, die mindestens einen unter Vorspannung in ein Aktorgehäuse eingebrachten Piezoaktor aufweist, wobei zwischen dem Piezoaktor und einer Kopfplatte des Aktorgehäuses ein Ausgleichselement zum Ausgleich der unterschiedlichen thermischen Längenänderung des Piezoaktors gegenüber dem Aktorgehäuse angeordnet ist.

15 Ein derartiges Einspritzventil ist bereits aus der EP 0 869 278 A1 bekannt.

Für die Kraftstoffversorgung von Verbrennungsmotoren werden zunehmend Hochdruck-Speichereinspritzsysteme verwendet. Solche Einspritzsysteme sind als Common-Rail-Systeme (für Dieselmotoren) und HPDI-Einspritzsysteme (für Ottomotoren) bekannt. Bei diesen Einspritzsystemen wird der Kraftstoff mit einer Hochdruckpumpe in einen allen Zylindern des Motors gemeinsamen Druckspeicher gefördert, von dem aus die Einspritzventile an den einzelnen Zylindern versorgt werden. Die Steuerung des Öffnens und Schließens der Einspritzventile kann elektromagnetisch oder elektrisch erfolgen; im vorliegenden Fall werden dazu elektrische Piezoaktuatoren herangezogen.

30 Die bei Ansteuerung des Piezoaktors erfolgende Ausdehnung in axialer Richtung wird ausgenutzt, um über eine direkte oder indirekte Wirkverbindung mit der Einspritznadel des Ventils die Einspritznadel zum Einspritzen von Kraftstoff zu steuern, wobei eine relativ empfindliche Justierung zwischen Piezoaktor und Einspritzventil vorausgesetzt ist. Durch die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Piezokeramik und der umgebenden Materialien ergibt sich das Prob-

lem, die durch den notwendigen weiten Temperaturarbeitsbereich bei einem Fahrzeug hervorgerufenen unterschiedlichen Längenausdehnungen zu kompensieren, um eine Dejustierung des Ventilhubs zu vermeiden.

5

Neben dem früher üblichen hydraulischen Ausgleichselement sind inzwischen auch verschiedene nichthydraulische Maßnahmen zum Ausgleich der Längenausdehnung des Piezoaktors und eines umgebenden Aktorgehäuses bzw. Ventilgehäuses bekannt. Beispielsweise ist aus der DE 195 38 791 C2 ein Piezosteuerventil bekannt, bei dem das Ventilgehäuse selbst als zweiteilige Hülse mit axial hintereinander angeordneten Hülseanteilen ausgebildet ist, die aus verschiedenen Werkstoffen mit unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten bestehen. In der gattungsgemäßen Patentanmeldung EP 0 869 278 A1 werden zwei weitere, auch voneinander unabhängige, jedoch kombinierbare Ausgleichsmöglichkeiten genannt. Zum einen wird vorgeschlagen, für das Material des den Aktor umgebenden Aktorgehäuses einen Ausdehnungskoeffizienten zu wählen, der nahezu gleich dem Ausdehnungskoeffizient des Piezoaktors ist. Zum anderen wird mindestens eine zwischen dem Piezoaktor und der Deckplatte des Aktorgehäuses angeordnete Ausgleichsscheibe mit relativ hohem Ausdehnungskoeffizienten vorgeschlagen, die geeignet ist, den geringeren Ausdehnungskoeffizient des Piezoaktors gegenüber dem Aktorgehäuse auszugleichen.

Eine besondere Problematik der beschriebenen Temperaturkompensation tritt im Zusammenhang mit der notwendigen Vorspannung des Piezoaktors im Aktorgehäuse auf. Da Zugspannungen im piezokeramischen Aktormaterial unbedingt zu vermeiden sind, wird der unbestromte Piezoaktor mittels Federkraft in definierter Weise vorgespannt. Der bestromte Piezoaktor muss sich also gegen diese Vorspannung ausdehnen. Typischerweise wird zur Erzeugung dieser Vorspannung, wie in der gattungsgemäßen EP 0 869 278 A1 beschrieben, eine zwischen der Bodenplatte des Aktorgehäuses und der zugeordneten Stirnseite des Piezoaktors angeordnete Feder eingesetzt, die den Aktor gegen die

Kopfplatte des Aktorgehäuses drückt und somit vorspannt. Ebenfalls beschrieben ist die Möglichkeit, eine derartige Vorspannfeder, bzw. ein zugeordnetes Stellglied, über die Materialwahl in die Kompensation der unterschiedlichen Längenausdehnung einzubeziehen.

Es sind jedoch auch Injektoren bekannt, bei denen der Piezoaktor innerhalb einer Rohrfeder aus Stahl vorgespannt ist, die an einer Seite mit einer Kopfplatte und gegenüberliegend, unter Vorspannung, mit einer Bodenplatte verschweißt ist. Die aus diesem "Gehäuse", zusammen mit dem darin unter Vorspannung eingebrachten Piezoaktor, gebildete Aktoreinheit wird mit einem Ventilgehäuse fest verbunden bzw. in einen Injektorkörper eingebaut. Die bekannten Maßnahmen zur Kompensation der unterschiedlichen Längenausdehnung sind bei dieser Konstruktion nicht ohne weiteres anwendbar. Andererseits muss eine Kompensation zwischen Piezoaktor und "Rohrfeder-Gehäuse" erfolgen, da sich sonst eine temperaturabhängige Änderung der Vorspannung und damit ein unerwünschtes, temperaturabhängiges Ansprechverhalten des Einspritzventils ergeben würde.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, bei einem gattungsgemäßen Einspritzventil auch dann mit geringem baulichen Aufwand eine temperaturkonstante Vorspannung sicherzustellen, wenn der Piezoaktor unter Vorspannung in eine Rohrfeder eingebracht ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Piezoaktor gemäß Anspruch 1 und ein Einspritzventil gemäß Anspruch 9 gelöst. Vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind den Unteransprüchen 2 bis 8 entnehmbar.

Erfindungsgemäß ist der Piezoaktor bei einem gattungsgemäßen Einspritzventil innerhalb einer Rohrfeder angeordnet. Außerdem ist das Ausgleichselement als innerhalb eines Verlängerungsrohres angeordneter Ausgleichszylinder ausgebildet. Das Aktorgehäuse umfasst eine zweiteilige, aus der Rohrfeder und

dem damit fest verbunden Verlängerungsrohr bestehende Hülse, deren verlängerungsrohrseitiges Ende fest mit der Kopfplatte und deren rohrfederseitiges Ende, unter Aufbringung einer definierten Vorspannung auf die innerhalb der Hülse axial hintereinander angeordneten Teile, fest mit einer Bodenplatte des Aktorgehäuses verbunden ist.

Der Erfindung liegt demnach der Gedanke zu Grunde, den Piezoaktor und den Ausgleichszylinder in Reihe in einem "Aktorgehäuse" zu montieren und gemeinsam mittels einer zum "Aktorgehäuse" verlängerten Rohrfeder vorzuspannungen. Das Aktorgehäuse besteht aus Kopfplatte, Verlängerungsrohr, Rohrfeder und Bodenplatte. Daraus ergibt sich ein Aufbau, bei dem die Summe der Wärmeausdehnungen der inneren Teile (Piezokeramik plus Material des Ausgleichszylinders) gleich der Wärmeausdehnung des Aktorgehäuses ist. Dadurch ändert sich die bei der Montage eingestellte Vorspannung auf die Piezokeramik bei Temperaturänderung nur unwesentlich. Außerdem ergibt sich ein stabiler Aufbau der Aktoreinheit, der insbesondere deren stabile Fixierung im Ventilgehäuse ermöglicht.

Bei einer Ausführungsform der Erfindung ist es von Vorteil, wenn die Teile des Aktorgehäuses aus Stahl bestehen, das Aktorgehäuse sich also in allen Teilen gleichmäßig und insgesamt auf definierte Weise ausdehnt.

Es ist weiterhin von Vorteil, die Teile des Aktorgehäuses an den Verbindungsstellen miteinander zu verschweißen, um die erforderliche Festigkeit der Verbindungen zwischen den Teilen des Aktorgehäuses zu erreichen.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung besteht der Ausgleichszylinder aus Aluminium. Dieses Material verbindet das angestrebte Ausdehnungsverhalten mit einer vorteilhaft hohen Festigkeit sowie einem niedrigen Gewicht.

Das Ausdehnungsverhalten der inneren Teile bzw. die Geometrie der Aktoreinheit insgesamt kann auf einfache Weise dadurch beeinflusst werden, dass zwischen Piezoaktor und Ausgleichszylinder eine Zwischenscheibe angeordnet ist.

5

Es ist von Vorteil, dass im Umfang des Verlängerungsrohres Durchbrüche eingearbeitet sind, in die jeweils ein Federblech derart montiert ist, dass bei einer eingebauten Aktoreinheit ein Wärmeübergang vom Ausgleichszylinder zum Ventilgehäuse gegeben ist. Dabei ist es auch von Vorteil, dass die Federbleche jeweils aus dem Material Kupfer, Kupfer-Beryllium oder Bronze bestehen.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass in der Kopfplatte des Aktorgehäuses eine Nut zur Verstemmung der Aktoreinheit im Ventilgehäuse eingearbeitet ist.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 die Aktoreinheit,  
Figur 2 einen Längsschnitt durch die Aktoreinheit gemäß Figur 1,  
25 Figur 3 einen weiteren Längsschnitt durch die Aktoreinheit gemäß Figur 1,  
Figur 4 ein Überblicksbild einer Aktoreinheit gemäß Figur 1 bis 3, und  
Figur 5 einen Teilausschnitt eines Einspritzventils.

30

In Figur 1 ist die fertig montierte Aktoreinheit dargestellt, wobei zunächst die Teile des Aktorgehäuses, also Bodenplatte 4, daran angeschweißte Rohrfeder 3, daran angeschweißtes Verlängerungsrohr 6 und daran angeschweißte Kopfplatte 5, erkennbar sind. Die Kopfplatte 5 weist Bohrungen auf, aus denen Anschlussstifte 14 des Piezoaktors 1 herausgeführt sind. Angedeutet in Figur 1 sind ferner die Schweißnähte 11, 12 und

13 zur Verbindung der Teile 5, 6, 3 und 4 des Aktorgehäuses. Dargestellt in Figur 1 sind auch im Verlängerungsrohr 6 eingearbeitete Durchbrüche, in die Federbleche 8 aus Kupfer, Kupfer-Beryllium oder Bronze montiert werden. Diese Federble-  
5 che 8 sorgen für einen schnellen Wärmeübergang zwischen dem innenliegenden (hier nicht erkennbaren) Aluminium-Ausgleichszylinder und dem Ventilgehäuse, damit die Funktion der Längenkompensation bei Temperaturänderung optimal erfüllt werden kann.

10

Außerdem dargestellt in Figur 1 ist eine in die Kopfplatte 5 eingearbeitete Nut 10, die zur formschlüssigen Verstemmung der Aktoreinheit im Ventilgehäuse dienen kann.

15 Figur 2 zeigt einen Querschnitt (senkrecht zur Ebene der Anschlussstifte 14) durch die Aktoreinheit. Erkennbar ist insbesondere der innere Aufbau der Aktoreinheit, bei dem der Piezoaktor 1, eine Zwischenscheibe 7 und der Aluminium-Ausgleichszylinder 2 in Reihe, axial hintereinander montiert  
20 sind. Diese inneren Teile 1, 7 und 2 werden vom Aktorgehäuse umschlossen, das aus der Bodenplatte 4, der Rohrfeder 3, dem Verlängerungsrohr 6 und der Deckplatte 5 besteht, die günstiger Weise aus miteinander verschweißten Stahlteilen bestehen, wodurch eine einheitliche, definierte thermische Längenaus-  
25 dehnung des Aktorgehäuses insgesamt resultiert. Der Verband aus Piezokeramik 1 und Aluminium 2 ist also von einem gemeinsamen Stahlgehäuse 4, 3, 6 und 5 umschlossen, wobei die Gesamtausdehnung der inneren Teile 1, 7 und 2 im Wesentlichen derjenigen des Aktorgehäuses 4, 3, 6 und 5 entspricht, so  
30 dass auch bei Temperaturänderungen die vorgegebene Vorspannung des Piezoaktors 1 invariant bleibt.

In Figur 2 ist außerdem ein O-Ring 9 an der Bodenplatte 4 dargestellt, der die Zentrierung der Aktoreinheit in einer  
35 Bohrung des Injektorgehäuses erleichtert.



Figur 3 zeigt einen Querschnitt (entlang der von den Anschlussstiften 14 gebildete Ebene) durch die Aktoreinheit. In dieser Darstellung sind die durch die Bohrungen der Kopfplatte 5 hindurchgeführten und weiter in Seitenschlitzen 15 (vgl. 5 Figur 4) des Aluminium-Ausgleichszylinders 2 geführten Anschlussstifte 14 des Piezoaktors 1 besonders gut zu erkennen.

Figur 4 zeigt den gesamten Aufbau der Aktoreinheit im Überblick. Zur Montage können zunächst die Kopfplatte 5 und das 10 Verlängerungsrohr 6 durch eine Schweißnaht 11 verbunden werden. Danach wird die Rohrfeder 3 mit der Schweißnaht 12 an das Verlängerungsrohr 6 angeschweißt. Nun können die innenliegenden Teile, also der Piezoaktor 1 mit seinen Anschlüssen bzw. Anschlussstiften 14, die Zwischenscheibe 7 sowie der A- 15 luminium-Ausgleichszylinder 2 mit jeweils für die Anschlussstifte 14 vorgesehenen Seitenschlitzen 15, in der aus den Teilen 3 und 6 zusammengesetzten Hülse mit bereits angeschweißter Kopfplatte 5 montiert werden. Schließlich kann die Bodenplatte 4 mittels der Schweißnaht 13, unter Aufbringung 20 einer definierten Vorspannung auf die inneren Teile, insbesondere auf den Piezoaktor 1, mit der Rohrfeder 3 verbunden werden.

Abhängig von der gewählten Ausführungsform kann die Rohrfeder 25 3 und das Verlängerungsrohr 6 auch einstückig als ein Bauteil ausgeführt sein, wie in Figur 5 dargestellt ist. In Figur 5 ist ein Teil des Gehäuses 16 des Einspritzventils dargestellt. Im Gehäuse 16 ist eine Kraftstoffbohrung 17 ausgebildet, die Kraftstoff zu einer Düsenadel führt. Das Gehäuse 16 30 ist vorzugsweise im oberen Bereich des Einspritzventils angeordnet und der Piezoaktor 1 dient zur Betätigung eines Servoventils, das den Druck in einer Steuerkammer steuert. Die Düsenadel wird abhängig vom Druck in der Steuerkammer in eine Offen- oder eine Schließposition bewegt. In der Offenposition 35 wird Kraftstoff abgegeben. Abhängig von der Ausführungsform kann der Piezoaktor 1 die Düsenadel auch direkt steuern.

Insgesamt resultiert ein erfindungsgemäßes Einspritzventil mit einer kompakten, stabil im Injektor fixierbaren Antriebseinheit, deren Piezoaktor eine temperaturkonstante Vorspannung aufweist.

## Patentansprüche

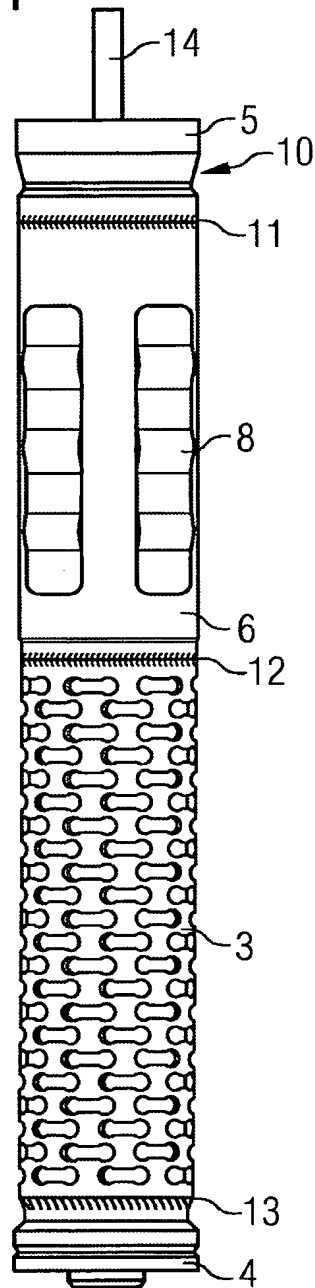
1. Piezoaktor (1) für ein Kraftstoff-Einspritzventil, der unter Vorspannung in ein Aktorgehäuse eingebracht ist, wobei  
5 zwischen dem Piezoaktor (1) und einer Kopfplatte (5) des Aktorgehäuses ein Ausgleichselement zum Ausgleich der unterschiedlichen thermischen Längenänderung des Piezoaktors (1) gegenüber dem Aktorgehäuse angeordnet ist,  
dadurch gekennzeichnet, dass
- 10 - der Piezoaktor (1) innerhalb einer Rohrfeder (3) angeordnet ist,  
- das Ausgleichselement als innerhalb eines Verlängerungsrohres (6) angeordneter Ausgleichszylinder (2) ausgebildet ist,  
15 - das Aktorgehäuse eine aus der Rohrfeder (3) und dem damit fest verbundenen Verlängerungsrohr (6) bestehende Hülse (3, 6) umfasst, deren verlängerungsrohrseitiges Ende fest mit der Kopfplatte (5) und deren rohrfederseitiges Ende, unter Aufbringung einer definierten Vorspannung auf die innerhalb der Hülse (3, 6) axial hintereinander angeordneten Teile (1, 7, 2), fest mit einer Bodenplatte (4) des  
20 Aktorgehäuses (4, 3, 6, 5) verbunden ist.
2. Piezoaktor nach Anspruch 1,  
25 dadurch gekennzeichnet, dass die Teile des Aktorgehäuses (4, 3, 6, 5) aus Stahl bestehen.
3. Piezoaktor nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Teile des Aktorgehäuses (4,  
30 3, 6, 5) an den Verbindungsstellen miteinander verschweißt sind.
4. Piezoaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgleichszylinder (2) aus  
35 Aluminium besteht.
5. Piezoaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Piezoaktor (1) und Ausgleichszylinder (2) eine Zwischenscheibe (7) angeordnet ist.

6. Piezoaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
5 dadurch gekennzeichnet, dass im Umfang des Verlängerungsrohres (6) Durchbrüche eingearbeitet sind, in die jeweils ein Federblech (8) derart montiert ist, dass bei einer eingebauten Aktoreinheit ein Wärmeübergang vom Ausgleichszylinder (2) zu einem Gehäuse (16) des Einspritzventils gegeben ist.
- 10 7. Piezoaktor nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Federbleche (8) jeweils aus dem Material Kupfer, Kupfer-Beryllium oder Bronze bestehen.
- 15 8. Piezoaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet, dass in der Kopfplatte (5) des Aktorgehäuses (4, 3, 6, 5) eine Nut (10) zur Verstemmung der Aktoreinheit im Ventilgehäuse eingearbeitet ist.
- 20 9. Einspritzventil mit einem Piezoaktor (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8.

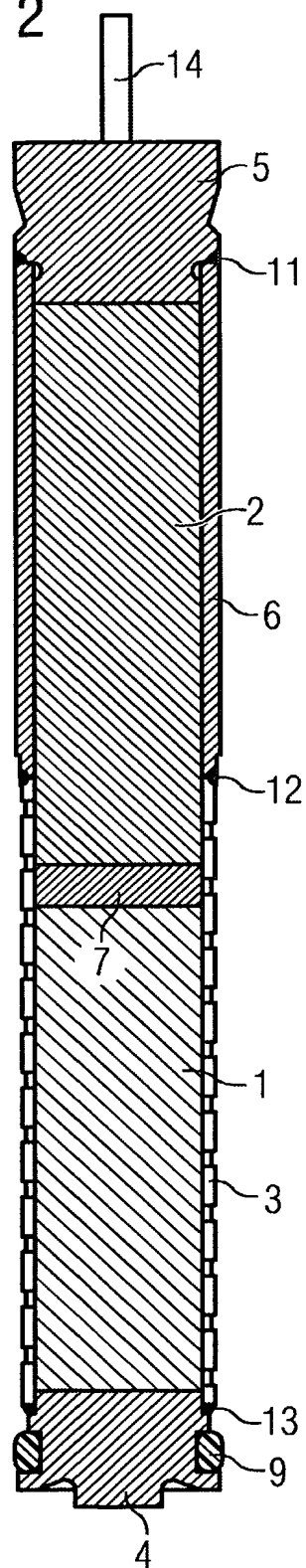
1/5

FIG 1



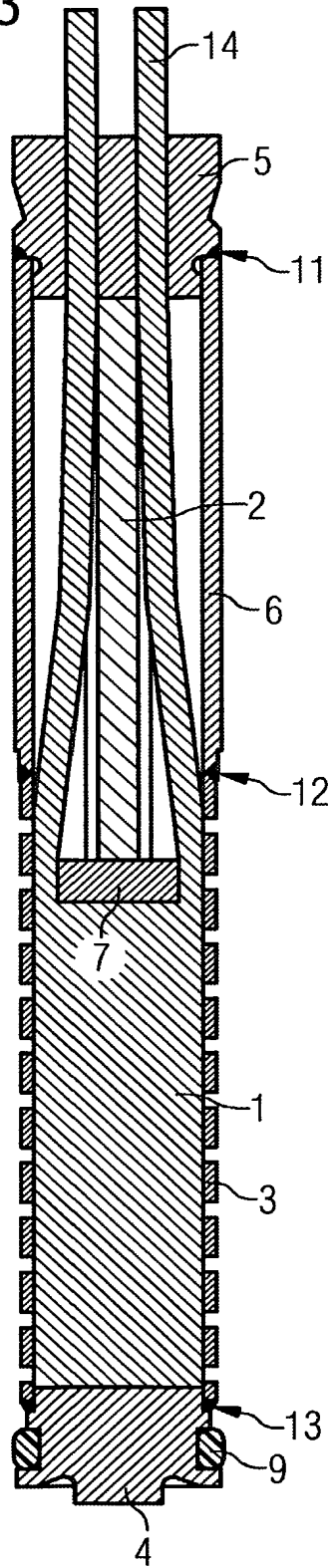
2/5

FIG 2



3/5

FIG 3



4/5

FIG 4

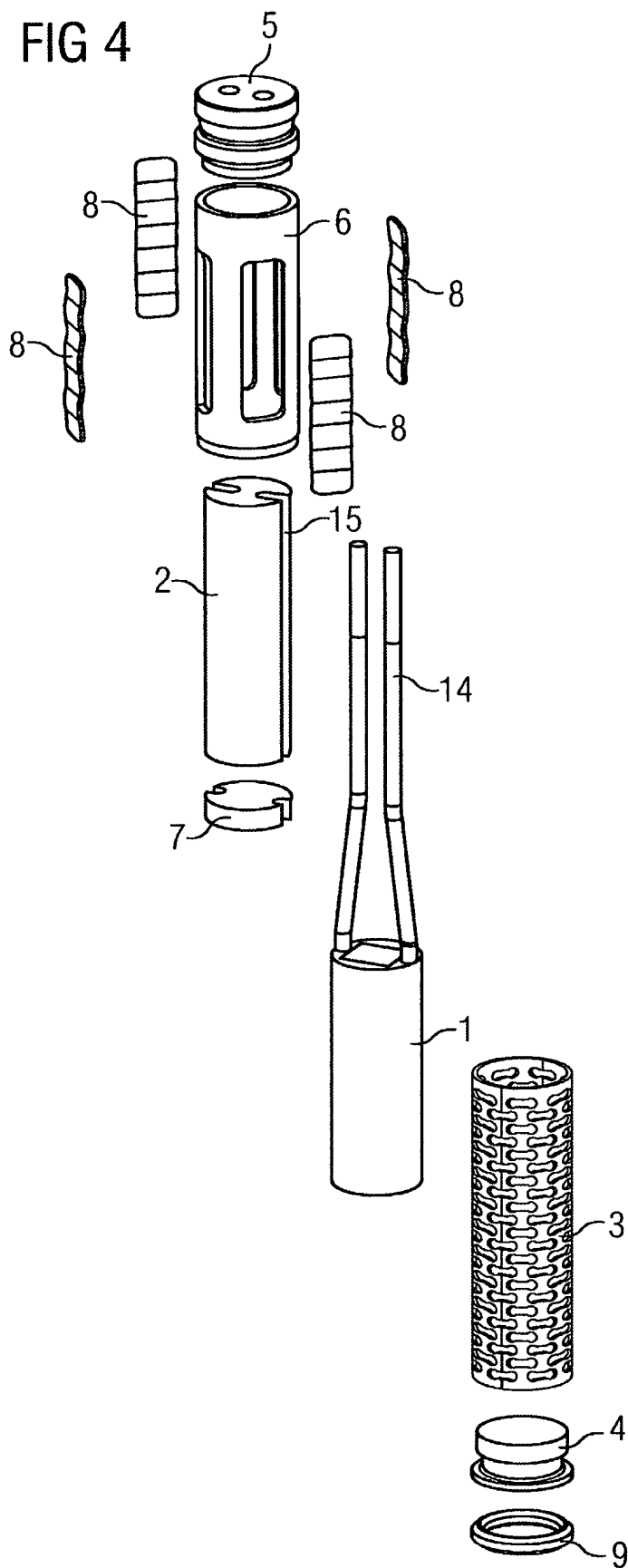
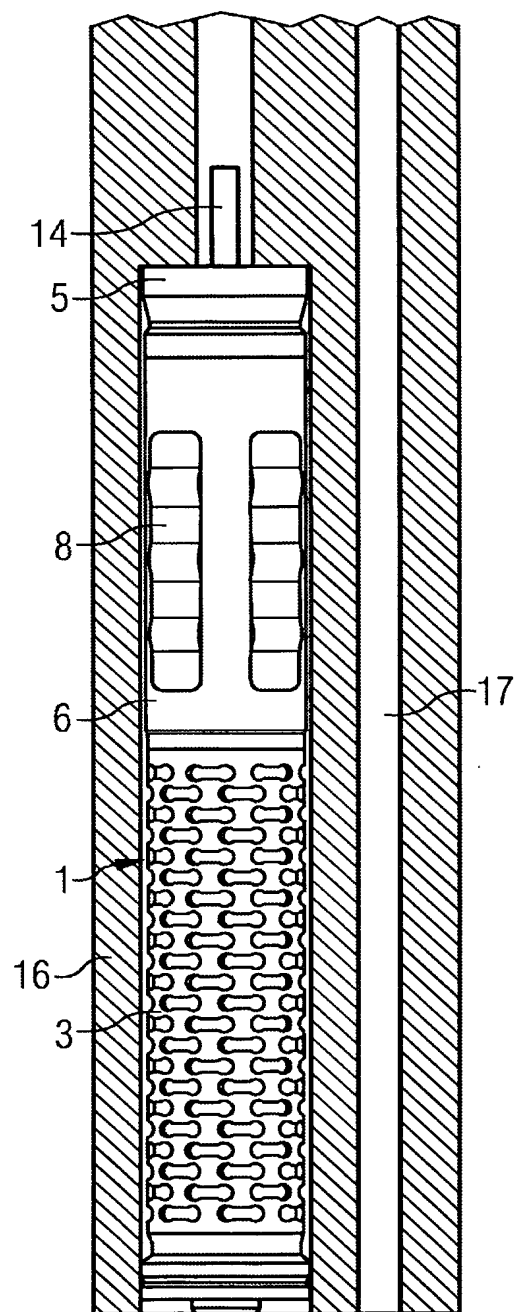




FIG 5



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/050092

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F02M51/06 F02M61/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 869 278 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 7 October 1998 (1998-10-07) cited in the application figures 1-3	1
A	DE 195 38 791 A1 (MERCEDES-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT, 70327 STUTTGART, DE; DAIMLER-BENZ AK) 24 April 1997 (1997-04-24) cited in the application figure 1	1
A	DE 198 07 903 A1 (SIEMENS AG) 2 September 1999 (1999-09-02) figure 1	1
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 April 2005

Date of mailing of the international search report

02/05/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Morales, M

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter      il Application No  
PCT/EP2005/050092

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>DE 101 59 748 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 26 June 2003 (2003-06-26) figure 1</p> <p>-----</p>	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/EP2005/050092

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 0869278	A	07-10-1998	DE EP	59811027 D1 0869278 A1	29-04-2004 07-10-1998
DE 19538791	A1	24-04-1997	FR GB IT US	2740177 A1 2306571 A ,B RM960676 A1 5740969 A	25-04-1997 07-05-1997 06-04-1998 21-04-1998
DE 19807903	A1	02-09-1999	FR	2777609 A1	22-10-1999
DE 10159748	A1	26-06-2003	WO	03054378 A1	03-07-2003

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

 Intel \_ ales Aktenzeichen  
 PCT/EP2005/050092

 A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 IPK 7 F02M51/06 F02M61/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 869 278 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 7. Oktober 1998 (1998-10-07) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 1-3	1
A	DE 195 38 791 A1 (MERCEDES-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT, 70327 STUTTGART, DE; DAIMLER-BENZ AK) 24. April 1997 (1997-04-24) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 1	1
A	DE 198 07 903 A1 (SIEMENS AG) 2. September 1999 (1999-09-02) Abbildung 1	1
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. April 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

02/05/2005

 Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Morales, M

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/050092

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>DE 101 59 748 A1 (ROBERT BOSCH GMBH)  26. Juni 2003 (2003-06-26)  Abbildung 1</p> <p>-----</p>	1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern les Aktenzeichen  
PCT/EP2005/050092

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0869278 A	07-10-1998	DE 59811027 D1 EP 0869278 A1	29-04-2004 07-10-1998
DE 19538791 A1	24-04-1997	FR 2740177 A1 GB 2306571 A , B IT RM960676 A1 US 5740969 A	25-04-1997 07-05-1997 06-04-1998 21-04-1998
DE 19807903 A1	02-09-1999	FR 2777609 A1	22-10-1999
DE 10159748 A1	26-06-2003	WO 03054378 A1	03-07-2003